

中山間地域における災害時の孤立による情報伝達システムの研究

教育学部：○此松昌彦 経済学部：中村太和 客員准教授：今西武

システム工学部：瀧 寛和・塚田晃司・三浦浩一・内尾文隆

○印研究代表者連絡先：matsu@center.wakayama-u.ac.jp 電話 073-457-7344

本研究に関連するホームページ URL：http://bousai.joi.wakayama-u.ac.jp/

要約：本研究では大規模災害になる東南海・南海地震の発生において、和歌山県では約 630 カ所の集落の孤立が想定されている。一般的な情報通信手段がない場合におけるローテクと、ITを利用したハイテクで情報通信の実験を行ったので報告する。特にヘリコプター用救難サインは全国には例がなく、夜間対応のサインを開発した。またアドホック無線 LAN を利用した安否確認を行う集落の情報共有システムを開発した。

1. はじめに

今世紀前半に東海地方から近畿、四国の太平洋側に沿って東南海・南海地震の発生が心配されている。つまり大規模で広範囲にわたって災害が発生する海溝型地震の発生が推定されている。政府の中央防災会議では 2003 年に東南海・南海地震による被害想定が公表された。それでは関東から九州までの広い範囲で被害の発生が想定され、幅広く分布する相当の被災地に、これまでの体制では対応できない可能性があるという指摘している。今度の想定では揺れと津波による複合災害が予想され、戦後には未だ経験のない人的被害が想定されているのも特徴で、最大で約 17000 人の死者数が想定された。その他に建物全壊が最大で約 60 万棟、水道・ガス・電気などのライフライン等においても約 1000 万以上に影響がでると推定されている。これはかつてない影響がでるスーパー広域災害である。

被災は大都会だけではなく、紀伊半島のような沿岸部中山間地域でも多く発生することは想像できる。沿岸地域は津波による被害、中山間地域では土砂崩れなどによる集落の孤立が想定できる。和歌山県では約 630 カ所の集落が孤立する

といわれ、河田（2006）によると和歌山・三重・奈良県と四国 4 県を加えると孤立する集落が 3000 集落を確実に越えるという。さらにヘリコプターの絶対数が足りない。仮に足りても周辺も被災地であるため搬送する場所がないという。つまり引き受ける場所がないため、少なくとも 3 日以上以上の長期的に孤立した集落で滞在しなくてはならない可能性が高いという指摘もある。

孤立する集落の多くは限界集落をはじめ、高齢者が多くなり過疎化している地域でもある。そのためこのようなマイナス条件が多いところでの地域の防災力を高めることが、地域の大学として重要な役割と考えている。仮に今、大規模災害が発生すれば過疎化に拍車がかかり、地域が廃れてしまうであろう。早急に中山間地域でも安心で安全なまち作りが望まれる。

2004 年に始まった学内の学部横断プロジェクトである防災研究教育プロジェクトでは、災害時における中山間地域の孤立について孤立を想定した防災合宿などを開催し研究してきた（此松・中村・久富・宇民、2007）。今回のメイン研究としてはハイテクとローテクを利用した孤立時の情報通信について自治体等と連携して研究し実

証実験を行った。特に中山間地域は携帯電話が使用できない地域がまだ多く、住民は孤立した場合の情報発信や受信について心配している。このような背景のもとでの研究結果を報告する。

2. 研究方法

情報通信については大きくローテクとハイテクに区分した。つまり孤立時は停電することも想定される。そのため従来の通信網が使用できない場合があるため、ローテクとして孤立集落からの救難サインなどのアナログ的な情報発信が必要だと考えている。また独立した太陽光や風力発電などがあれば、停電時は使用できる。そこでハイテクとしては地域の安否確認について無線 LAN を利用してできる情報共有システムの必要性について検討した。大きくはこのような問題意識から出発した。

このような課題を大学で研究し、中山間地域の住民の方にも意見を聞きながら改良していくことにした。実証実験では和歌山県紀美野町において 2008 年 1 月に開催した。その後ローテク班では紀の川市鞆渕において 2008 年 10 月に開催し、2009 年 1 月にも和歌山県防災航空隊の協力のもとに和歌山大学、紀美野町において実験を行った。報告ではローテク班とハイテク班で分けて研究について報告する。

ローテク班は此松、中村、今西がメンバーとなり、協力者として北村元成（観光学部）、豊増伸治和歌山大学客員教員（みさと天文台）にも加わっていただき研究を進めた。

ハイテク班は瀧、塚田、三浦、内尾で構成された。

3. 調査結果

3-1. 中山間地域における孤立時のイメージ

中山間地域の孤立とは斜面崩壊等によって道路が埋まったり（写真 1）、陥没したり、地滑りによって使えなくなり、車両による交通が寸断されることである。また多くの道路にそって電気や電話などのライフラインが構築されているので、



写真1 道路への崖崩れ

情報通信の断絶、停電によって生活が著しく困難になる。さらに食料の運搬もできなくなる。その意味でも道路そのものが山間地にとってのライフラインになる。

次にライフラインが途絶するという事は、具体的にどのような状況になるのか考えてみる。

① 電話ができない

普通の加入電話では電気はいらない。ただしブロードバンドなどのインターネット回線を利用する IP 電話などは電気がないとつながらない。携帯電話では中継基地が問題なければ使えるであろう（広域停電の場合、バッテリーで 1 日程度は稼働）。それよりも安否確認のため電話が集中するために輻輳（ふくそう）することになる。そのため電話事業者は通話規制により輻輳が広がらないようにする。つまり電話がかかりにくくなる。最近の携帯電話は通話とメールなどのパケットは分離しているため、音声は規制しても、パケット通信は規制していない。災害時にメールでの通信が便利なようだ。

② 停電する

道路の寸断などによって電線も断線し、当然のように停電する。テレビを見ることができないため、情報収集ができない。夜になっても電灯をつけることができない。夏の場合は、冷蔵庫が使用できないため、食料品にも影響がある。2008 年に発生した岩手・宮城

内陸地震で孤立した地区の一部では、電気の復旧で約3ヶ月かかっている地区もある。東南海・南海地震では道路の復旧と連動することを考慮すると数ヶ月の復旧が必要な場所もある。ちなみに河田（2006）によると東海・東南海・南海地震が同時に発生した場合、修理に要する期間は、上水道：17ヶ月、都市ガス：7ヶ月、電気：1ヶ月と最短で指摘している。中山間地域では都市ガスではなく、プロパンガスがほとんどと推定されるが、道路の寸断の影響が大きいであろう。

③ 食料・医薬品などの運搬ができない

食料を運搬する生活道路が寸断しているために、都会へ買い物などができない。特に備蓄品が無ければ生活できない。そうなるバイクやヘリコプター等による救援物資の運搬が重要になる。

④ 高齢者等のケアができない

紀伊半島のような中山間地域では高齢者が多く生活している。病院通いの方や日常のケアを受けながら生活していた方も多い。このような高齢者や通院者は通うことができない。まちの拠点へ移動して生活しなくてはならない。また河田（2006）によると、都市部が被災することにより、道路が正常であっても、ケアなどのサービスを受けることができなくなる。そのため物理的な孤立と同じ結果をもたらす、集落に居住できない環境が発生すると指摘している。

⑤ 高齢者の二次災害

高齢者が多く生活している場所が中山間地域である。そのため当然であるが被災者が多くなる。河田（2006）によると新潟県中越地震では地震の直接原因で亡くなった人が16名に過ぎない。2年後は67名増加しているという。この死亡者は震災関連死であって、ショックストレス、過労死、エコノミー症候群などに起因しているようである。東南海・南海地震が発生した場合、多くの関連死が増加すると予想される。

このように中山間地域の孤立は大変な状況になると想定できる。特に高齢者が多く住んでいるのが特徴であり、60歳以上が集落の半数以上になる限界集落も増えつつある状況である。まずは状況を想定することで、私たちの研究は始まる。

3-2. ローテクによる情報通信

中山間地域の孤立集落では、双方向の情報収集が重要な視点になる。電話や携帯電話が使用できれば良いが、有線は道路の寸断で困難であろうし、携帯電話では中継局は有線による停電があっても一定時間はバッテリーによって使用できるが、なくなれば使用できなくなる。そのため行政では衛星携帯電話を孤立想定地域で持ってもらったり、防災行政無線機を孤立集落に配備しようとしている。しかし使えなくなることも想定しておく必要がある。そこで中山間地域での情報収集としては、ヘリコプターの重要性がいろいろな場所で言われている。広域災害になった場合にはまったく数が足りないという指摘（河田，2006）もある。しかし有効なのは確実である。そこでローテク班ではヘリコプター向けの救難サインをはじめ、情報発信のツールを開発したので報告する。

3-2-1. 救難サイン



写真2 防災合宿での夜間サイン実験

ヘリコプター用救難サインのコンセプトは、中山間地域、沿岸地域などの津波や崖崩れなどで孤立するような集落単位で住民が使用できる。昼間はもちろん、将来の夜間飛行でも可能なような素

材を利用して作成することである。もともとこの救難サインという発想は中村・今西（2006）で今西が初めて提案した。今西の試作品は 2005 年に開催された防災合宿（写真 2）でも使用されており、夜間でも再帰反射型素材を使用すれば、光の発する方向へ反射することが確認されている。

今回での開発経緯

2007 年度より今西の提案された救難サインを防災研究教育プロジェクトで検討して、もっと使いやすいサインへ改良しようとなり本格的な研究が始まった。和歌山大学としてのプロジェクトでは此松、中村、今西、北村が参加して、救急医療やドクターヘリの観点から県立医科大学の篠崎正博氏にも意見をいただきながら開発した。

2007 年度は旧バージョンのサインの見え方について研究を行った。特に上空からのヘリコプターからどのようにみえるかは重要な課題であった。地上での 6 階建てのビルから地上での確認や夜間での確認はクリアでいたのであるが、実際の上空からのデータがまだなかったのである。そこで当時はヘリコプターのチャーターには高額な経費が必要であったためもっと手軽な手法を検討していた。そこでモーターパラグライダーによる空撮を検討した。スカイスポーツの一つであるモーターパラグライダーによる空撮は、NHK のシルクロード番組で一躍脚光を浴びたのであった。これは場合によっては災害時の情報収集の補完になるのではないかと考えた。そこで和歌山県フライヤー連盟の理事長である向平昭良氏の協力のもと、空撮実験などを行った。2007 年度は 1 月に和歌山県紀美野町において実証実験を行った。

紀美野町における実証実験

和歌山県紀美野町において 2008 年 1 月 26 日（土）に紀美野町の支援も受けながら実証実験を開催した。モーターパラグライダーを飛ばして救難サインやのろし実験、ハイテク班の地域内情報共有システム実験（ハイテク班は別報告）などを行い、地域の方にモニターとして多くの意見を伺うことが目的であった。図 1 にその時の住民向け

のビラを添付した。以下の文章は開催要項から引用した。あいにくの風の強い天気であったためモーターパラグライダーを飛ばすことはできなかったが、多くのデータを得ることができた。みさと天文台の豊増氏にご協力いただいた事から、紀美野町との連携もでき、紀美野町役場の防災担当職員にも今回の実証実験に参加いただいた。

紀美野町での防災に係る実証実験の開催要項

趣旨

今世紀中に発生するといわれる東南海・南海地震が紀伊半島の中山間地域では、孤立化が心配されている。そこで孤立災害時の情報収集について、大きな課題となっている。そこで和歌山大学で研究開発しつつあるシステムの実証実験を開催し、多くの方の意見を収集し、それをもとに改良していく予定である。そのための評価をいただく実証実験である。

1. 主催 和歌山大学防災研究教育プロジェクト
共催 みさと天文台
協力 和歌山県フライヤー連盟
2. 日時 平成 20 年 1 月 26 日（土）
午後 1 時 30 分～午後 4 時 30 分
3. 会場 紀美野町文化センターとその周辺
4. 対象 一般の方、自治体防災関係者、
自主防災組織の関係者
5. 内容
 - ・災害時における地域内情報共有システム実験（アドホック無線 LAN）
 - ・無線 LAN を利用したモーターパラグライダーによる通信情報実験
 - ・モーターパラグライダーによるカメラ等による情報収集
 - ・孤立避難所で必要なのろしやピクトサインの実験
 - ・ホラ貝による通信実験
- 6 その他 雨天時は室内実験だけを開催し、屋外の実験は行いません。またモーターパラグライダーによる情報通信実験は、風の関係で、晴天でも実験ができないことがあります。

参加者募集！！

災害時向け(情報通信)のシステムについてご意見下さい

和歌山大学防災研究教育プロジェクト実証実験イベント



日時: 1月26日(土) 午後1時30分～4時30分

場所: 紀美野町文化センター(下神野小学校横)

対象: 自主防災活動やITに関心のある方に限らず、どなたでもご参加いただけます。
内容: 開発中のシステムをご覧いただき、使いやすさなどについてご意見下さい。改良の参考にさせていただきます。

中山間地における情報通信の提案(文化センター前広場)

雨天は屋内のみです。



主催: 和歌山大学防災研究教育プロジェクト
共催: みさと天文台
協力: 和歌山県フライヤー連盟

地域内情報共有システムの提案

(文化センター内)



安否情報共有システムとして自治体と地域住民もしくは地域住民間で災害情報や安否情報などをやりとりできます。

問い合わせ先: 電話073-457-7558(和大大防災プロジェクト室) 073-498-0305(みさと天文台)
防災プロジェクトホームページ: <http://bousaijoi.wakayama-u.ac.jp/>

図1 紀美野町での実証実験を案内する地元の方々へのビラ

この時の実証実験では地域の方に以下の想定のもとでアンケートを書いていただいた。
その結果を表1～3にまとめた。

想定: 東南海・南海地震が発生し、紀美野町は道路が寸断し孤立しました。さらに停電で、電話や携帯電話も不通状態です。

○ アンケート

アンケート結果（13名から回収）

1. 性別 男：10名、女：1名 無回答：2
2. 年齢 39以下：0名 40～49：3名 50～59：2名 60～69：4名 70以上：4名
3. お住まい 紀美野町内 10名 県内：3名 県外：0名
4. 職業 会社員（防災・情報関係以外）：1名、自治体職員（防災関係）：2名 自治体職員（防災以外）：2名、自営業：1名、農林業：3名、無職：4名
5. 防災に関わる団体に所属されていますか。
はい：8名 いいえ：5名
はいの方 自主防災組織：6名 防災に関わる団体：1名 その他：1名（町防災課）

参加者はアンケート記入者だけではなく、50人以上の参加者はいた。紀美野町文化センターでは救難サイン、丸太コンロなどの展示、ハイテク班のシステムなどを展示した。またモーターパラグライダーを利用した無線LANを使用した情報通信システムについても紹介した。参加者は熱心に質問したり、意見を言ったり交流できた。防災でモーターパラグライダーを利用するとう珍しい実験であったため、メディアにも掲載され反響を呼んだ(図2)。救難サインについても地域の方の関心と呼ぶことができた。実際の実証実験の風景を以下に示す。

モーターパラグライダーによる空撮であるが、離陸を試みたのであるが、風が強く離陸は成功しなかった(写真4)。一般的には早朝や夕方の風が弱いときには飛べる可能性が高いようだ。



上:毎日新聞 2008/1/27

下:読売新聞 2008/1/29

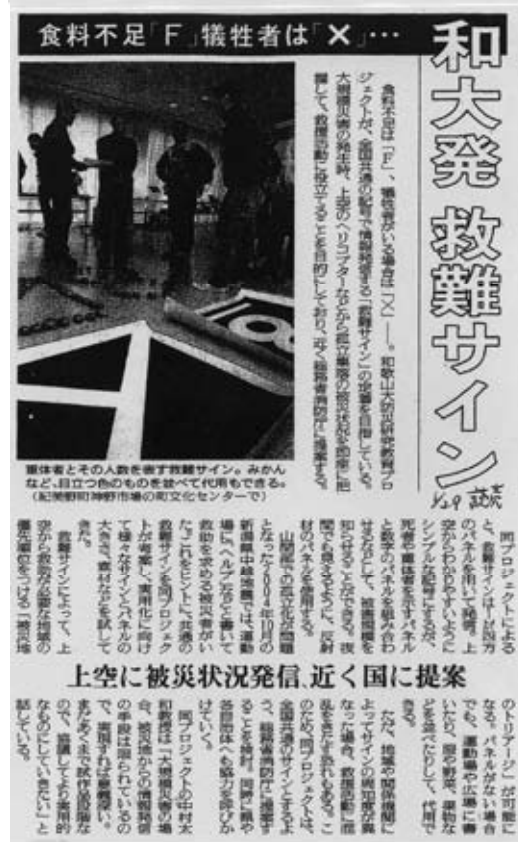


図2 実証実験の報道



写真4モーターパラグライダーの離陸

表 1 防災アンケート結果その1

●のろし(発煙筒・丸太コンロ)

○色つき発煙筒は孤立地域の情報発信として使えると思いますか。

| | |
|-------|----|
| 使える | 10 |
| わからない | 3 |
| 使えない | 0 |

○さらにどんな工夫があったら良いと思いますか

| |
|-----------------------------------|
| ・けむりについて |
| ・周辺に配置されていること |
| ・木を燃やす(煙を作る) |
| ・一番身近に思えるから、アウトドア用品として準備しておけば良いかも |
| ・常時、各地区への設置が必要 |
| ・助燃料を増やす、小さい竹を少々いれたら火力があります |
| ・天候対策 |

○感想

| |
|----------------------|
| ・身近なもので十分活用されると思います。 |
|----------------------|

●ヘリ用救難サイン

○孤立時の情報発信として屋外用救難サインについて必要と思いますか。

| | |
|-------|----|
| 必要 | 12 |
| わからない | 1 |
| 必要ない | 0 |

○皆さんが孤立したときに使用してみたいですか。さらにどんな工夫があったら良いと思いますか。

| |
|--------------------------------------|
| ・使用してみたい。センターでの一括情報開示 |
| ・畳の裏とか、布団の柄にあるといい |
| ・一般に周知すること、『?』のような形は作りにくいのではないのでしょうか |
| ・けむり、火を燃やす |
| ・消石灰での文字(農家では肥料として持っているから) |
| ・コンパクトに収納できるといいですね。ピクトサインとして確立できるといい |

○この時どんな情報を発信したいですか。

| |
|------------------------|
| ・安否情報、被害情報による安全確認 |
| ・アマチュア無線もよいのでは |
| ・被災時の応援・現地の状況が発信できればいい |

○感想

| |
|----|
| なし |
|----|

●音による情報伝達

○色つき発煙筒は孤立地域の情報発信として使えると思いますか。

| | |
|-------|---|
| 必要 | 9 |
| わからない | 3 |
| 必要ない | 1 |

○次のどんな音がいいと思いますか?(停電時)

| | |
|--------|---|
| 太鼓 | 2 |
| トランペット | 0 |
| 笛 | 6 |
| ほら貝 | 1 |
| その他 | 1 |

その他:お寺の鐘

表 2 防災アンケート結果その2

●モーターパラグライダーによる情報収集・発信

○無線LANシステムによる上空からの情報収集の感想をお願いします。特に短所があれば

| |
|-------------------------------------|
| ・質問がよくわからない |
| ・どこから飛ぶのか(山火事・地すべり等)、受信した人は？はっきりしない |
| ・天候が問題であり、災害時の使用が危ぶまれる |
| ・救助等の見通しの伝達 |
| ・天候による |
| ・高齢者にはあまり関心がない |
| ・天候に左右されるのがダメかな。 |
| ・すごく現代的でわかりやすいと思う。台風などではダメですね |

○この時どんな情報を発信したいですか。孤立した避難所ではどのような情報を送りたいですか。

| |
|--------------------------|
| ・何が要か |
| ・ライフラインの状況 |
| ・被害情報とその対応救助について |
| ・安否情報 |
| ・その場での様子を送りたい |
| ・なぜ救助にいけないか、また困った時の対処法など |
| ・人員、怪我人等 |

○孤立した避難所ではどのような情報が欲しいですか。

| |
|--------------------|
| ・交通 |
| ・いつ助けが来るのか |
| ・身辺必需品の投入 |
| ・町内、または地域の災害の状況 |
| ・ライフラインの状況 |
| ・より安全な対策方法 |
| ・安全について、ライフラインについて |
| ・食料、付近の近況、救助までの時間 |
| ・特に近くの地域の様子、病院等の情報 |

●孤立した避難所

○熱源としての丸太コンロや停電のため、農家で一般的にある草刈機を利用した発電機はどのように思われますか。感想をお書き下さい。短所があればぜひ。

| |
|---------------------------|
| ・良いと思う。短所は草刈り器の排気ガス、音 |
| ・良い方法だと思います。 |
| ・大変そう |
| ・刈刃ははずして使う |
| ・丸太コンロは対応できる、草刈り器については難しい |
| ・いいと思う |
| ・非常によいと思います |
| ・刃が危険だと思います。 |
| ・女性でも簡単にできるか？ |

○実際に丸太コンロや草刈機発電機を備蓄しておきたいですか。

| | |
|-------|---|
| はい | 9 |
| わからない | 1 |
| 必要ない | 1 |

表 3 防災アンケートその3

○発電した電気は何に利用したいですか。

| |
|-------------------|
| ・照明、ラジオ |
| ・湯をわかす |
| ・付近の安全のため |
| ・そのときに必要なもの |
| ・電灯に利用したい |
| ・情報収集(ラジオ・テレビ)、電灯 |
| ・お湯をわかします |

●全体について

○今回の実証実験は災害時の実験として参加して良かったですか。

| | |
|-----------|---|
| 大変良かった | 5 |
| 良かった | 7 |
| どちらともいえない | 1 |
| 良くない | 0 |

○今回の実験では、何が一番関心を持ちましたか

| |
|--|
| ・電気をおこす |
| ・丸太コンロ |
| ・上空からの災害情報の把握 |
| ・パラグライダー |
| ・パラグライダーによる情報収集だったか残念でした。それにしてもシステム的には理解できました。 |
| ・無線ラン |
| ・モーターパラグライダー |
| ・草刈発電機 |

○全体的に感想がありましたらお願いします。

| |
|---|
| ・防災のことをこんなに近くで研究されているのを知りませんでした |
| ・風がありくやしい |
| ・色々な団体との協力システム等お考えいただいていることを知り、心強く感謝致します。 |
| ・紀の川市内でも研修してほしい |
| ・将来に期待いたします。 |



写真5 ブルーシートでの救難サイン

救難サインでは再帰反射型の素材だけではなく、ブルーシートを切っても作成した。約2m四方である（写真5）。空からはブルーシートなど周辺にない色は目立つということだ。

写真にはないがみかんを並べたサインも試みようとした。

写真6のようにのろしのつもりで色のである発煙筒を使用した。色の違いははっきりして利用できるとわかった。きちんと色に意味を持たせればサインとして有効である。色は青色、赤色、黄色があり、煙の高さは風が無ければ約5m程度あがる。



写真6 発煙筒の実験

みさと天文台の豊増伸治氏の協力で無線LANによってモーターパラグライダーと地上で交信し、上空で空撮した写真を地上に転送する実験を試みた（写真7）。パラグライダー側にwebカメラの動画やカメラで撮影した写真

を無指向性無線LANアンテナを通して、地上では指向性アンテナで電波を受信してパソコン側で画像を閲覧する（写真7）システムである。ヘリコプターが大災害時には絶対に足りないわけで、モーターパラグライダーによる空撮は、日常的に行われている。これを利用してリアルタイムで写真を地上に送れば、災害情報を自治体などは手軽に情報を得ることができるはずである。またwebカメラを利用することで、リアルタイムで生の画像が入ってくる。その実験も行おうと試みたのであるが、パラグライダーが飛ぶことができなかったために延期となった。地上で離れた場所で100m程度であれば問題なく、画像を送ることは可能であった。



写真7 無線LANによる通信実験

アンケート結果によると私たちの研究の方向性は間違っていないことはわかった。ヘリ用救難サインは重要である。また発煙筒によるのろしも効果はあるようだ。住民パラグライダーによる情報収集システムは実際にはその時に天候によるところが大きいので、まだまだ課題は残されている。また丸太コンロや草刈りを利用した発電機など基本的に地域にある素材を利用して、熱源や発電すること自体は重要な視点であると考える。

（此松・中村・今西・豊増）



2008 年度の開発

ここでは救難サイン開発については、既存の航空標識と混乱しないか、デザインに関してさらに検討した。その結果新たに図2のように新しいヘリコプター用の救難サインを最終的に提案することが可能になった。とてもシンプルで誰でも遠方からわかりやすく、目につくようにデザインした。サインの詳細については此松・北村（2009）に示した。この救難サイン和歌山県のような過疎地域の高齢者の方が最低限使用できるものでなくてはいけないと考えている。そのためサインの種類が多くなく、単純であること、災害時の孤立集落で必ず必要な情報発信であることで検討し、そこで以下の4点に分類した。

- ① 医療サイン: 急を要する観点から負傷者対応のサイン
- ② 死者サイン: 救命不可能なものを示す
- ③ 要救助サイン: 倒壊などでレスキューを必要とするサイン
- ④ 要飲食サイン: 飲料水や食料の必要だというサイン

要医療サイン

究明処置等、医療行為を必要とすることを示す。対空信号（避難者用）では縦線一本が「医者必要」を意味する。色はトリアージのカテゴリーにあわせた色使い。

他の航空用サインとの比較

既存の航空用の標識と今回のサインが類似しては重大な誤解を招き混乱を発生しかねない。調査したところ国際民間航空機関（ICAO）の対空目視信号が存在する。これは航空機による搜索救難活動を行う際に、地上の遭難者などが、上空の航空機に対して簡単なシンボルマークを木の枝や石を用いて作成したり、地表に描くことなどにより、メッセージを伝える信号の国際基準となっている。類似する記号は、これと一部意味を重なるよ

うにして作成した。

サインの使用方法

救難サインは図3のようにサインと数字を組み合わせて利用する。数字は人数を示す。例では、『救助が必要です。重傷者が12人、死者、瀕死者が56人いる。食料が欲しい』という意味になる。

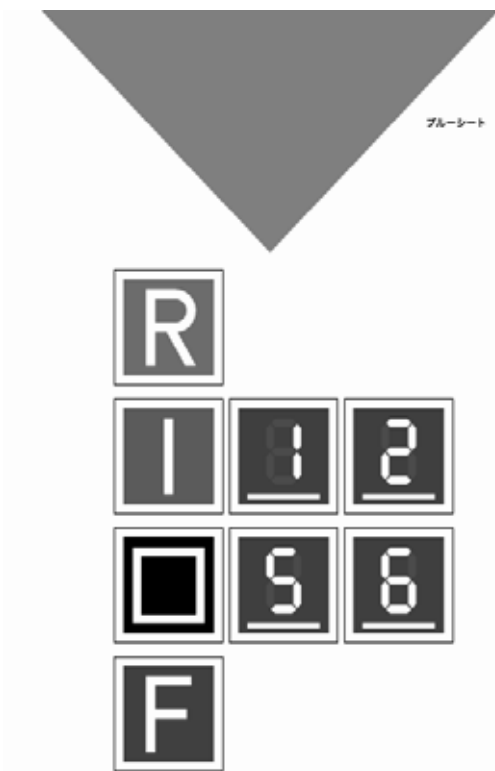


図3 救難サインの掲示例

救難サインの使用実験について



写真8 再帰反射型救難サイン

救難サインは避難所などのグラウンドや空き地、草地などで使用することを前提にしている。できるだけ広い場所で、あまり原色の無い場所に敷くのが理想である。今回のサインはモデルとして128cm角の超広角(14°)再帰反射素材のシートに印刷し(写真8)利用した。このシートは夜間でもヘリの投光器をあてれば、反射して帰ってくる素材である。夜間でも使用できることになる。現実的には夜間は自衛隊や海上保安庁、一部の県のヘリしか飛行しない。和歌山県ではまだ実施していない。

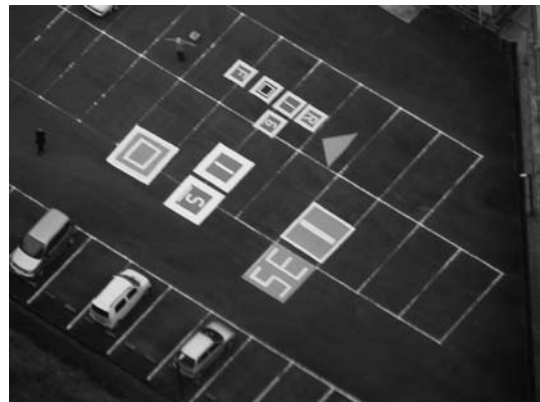


写真9 防災ヘリからの写真撮影

昼間の実験では2008年10月5日(日)に紀の川市鞆渕小・中学校グラウンドにおいて民間ヘリコプターに依頼して、ビデオ撮影を行った。しかしズーム撮影ができなかったため、あまり救難サインの認識ができなかった。その後、和歌山県総合防災課にも研究成果をアピールしたことにより、県の防災ヘリコプターの訓練で救難サインの実証実験を2009年1月30日(金)に実施していただけることになった。防災ヘリによって紀美野町のかじか荘の駐車場をお借りして写真撮影を行った(写真9)。高度は地面から約200mの高さから撮影された。それでもズーム撮影によって撮影されている。小さいサインが128cm四方のサインで、大きいものが布製の2m四方のサインになる。また大学で行った防災ヘリの撮影でも地上から約300m上空で確認できた。

今後は広く地域に呼びかけ訓練で行い、実践的にプログラムについて検討することになる。なお地域安全学会2008年度秋期大会において学会発表を行った。

(此松・中村・今西・(北村))

3-2-2. のろしによる通信



写真 10 白煙をだす丸太コンロ

のろしは被災者がいるという存在を示すために有効な方法である。発煙筒によるのろしが一番よく見えやすく、色の認識も理解できて効率的であることが確認できた。また和歌山大学で開発した丸太コンロによる実験を2008年10月5日(日)に実施した。丸太コンロは一般的には備蓄燃料として熱源に利用することを目的としている。この丸太コンロに事前に手を加えることでのろしとして利用できる。それは事前に大量の水を含ませることである(写真10)。これが水蒸気となり大量の白煙を発生するのである。

(今西武)

3-2-3. 和歌山大学が災害で孤立したら

中村が主体となって2007年度に和歌山大学の孤立についてゼミで研究を行った。和歌山大学が道路が1本しかなく、国道からの道が寸断されれば孤立する可能性がある場所である。そこでゼミとしては何が必要か提案することになった。

風力・太陽光ハイブリッド発電機の設置

一般教育棟正面屋上に風力(400W)・太陽光(62W)ハイブリッド発電機(写真11)を壁面に発電状況が分かる表示盤を設置した。

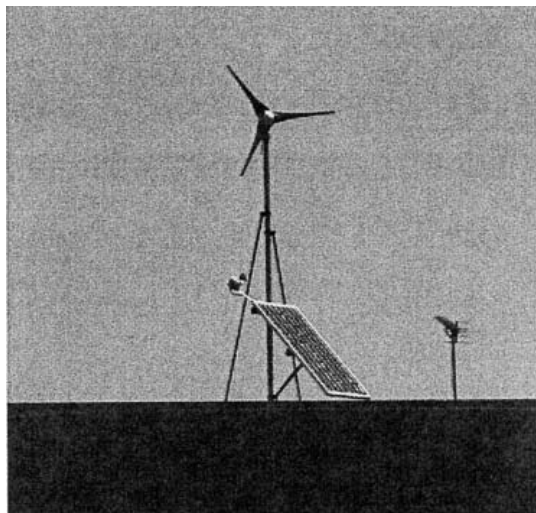


写真 11 風力・太陽光発電機

一般教育棟ロビーの液晶テレビに配線しているので、大規模災害による停電時にもテレビで情報を入手することが出来るようになっていている。大学では外部からの情報収集は重要である。最近では携帯電話にワンセグ対応のテレビが一般化しているが、すぐにバッテリーが切れてしまう。そのため発電機では携帯などの充電も可能になっている。

大学内の情報伝達システムの整備

「安否確認システム」として掲示板、WISSの活用とID機能を持った新たな学生証の作成、「情報伝達システム」として緊急放送システムやミニFM・WA-HOの現状把握とともに新たに独立電源・webカメラ・無線LANの統合システムを提起した(図4)。Webカメラによって和歌山市内の被災状況を監視し、情報を大学内や外部に送る。現代の火の見櫓として利用する。救難サインやのろしを使って大学外に情報を発信する。

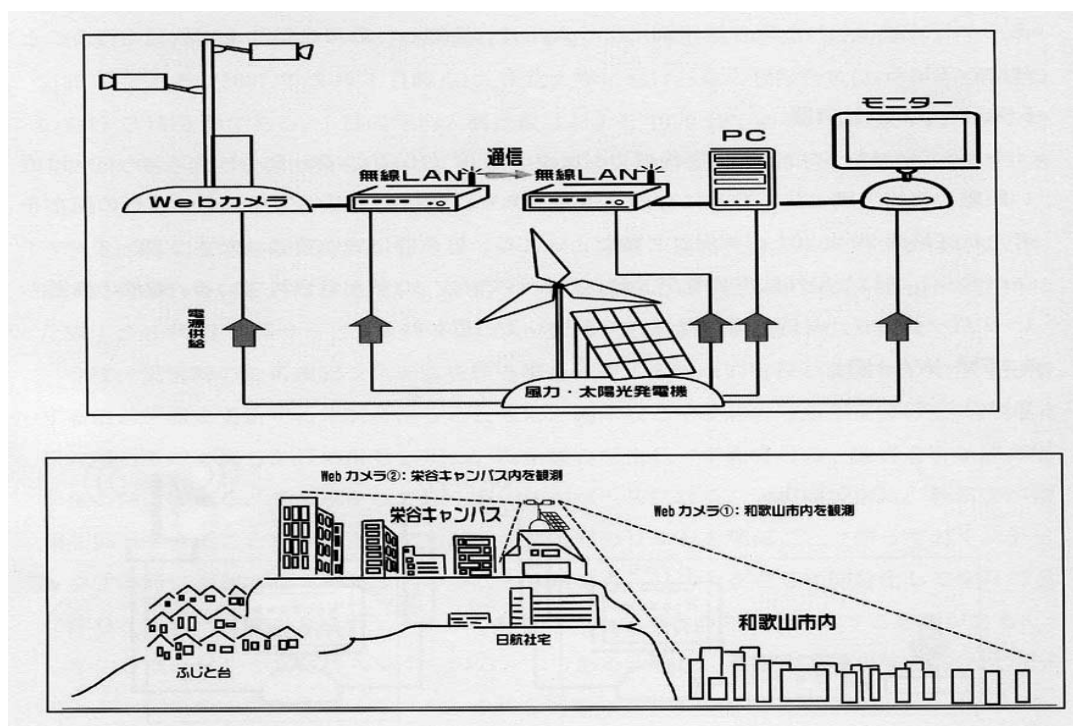


図4 和歌山大学における情報伝達システムの提案



図5 新聞報道
毎日新聞 2007/12/18

中村ゼミ報告書「防災キャンパスづくり：ライフラインからライフスポットへ」の作成
東海・東南海・南海大地震でライフラインが寸断され、栄谷キャンパスが孤立した状態を想定して、自力で大学が“サバイバル”出来るシステムを提言した。報告書は 2007 年度「ぼうさい甲子園」（兵庫県・毎日新聞社・ひょうご震災記念 21 世紀研究機構主催）で「ぼうさい大賞」を受賞した(図 5)。翌年度には、継続事業として夜間主ゼミ報告書「防災キャンパスづくりⅡ」を作成した。取りまとめにあたっては、オンリー・ワンの資金で機器を購入して多様な実験を行った。(中村)

3-3. ハイテクによる情報通信

ハイテク班は瀧 寛和・三浦浩一・内尾文隆と塚田晃司のグループで取り組んでいる。

H19～20年度に取り組んだ研究テーマは、
(1) アドホックネットワークを用いた中山間地向け情報共有システム(2007年度)

- (2) 不安定な通信環境における情報共有システム (2008年度)
- (3) センサーネットワーク端末によるユビキタス震度計 (2007~08年度)
- (4) 海上におけるアドホックネットワークの通信特性の予備調査 (2008年度)

の4つである。

(1) については、塚田が中心となって、大学院生、学部生のグループでプロトタイプシステムの開発と紀美野町での実験を行った。このテーマに関しては、学内では、修士論文1報、卒業論文2報、また、対外的には、H19年11月に日本災害情報学会、H20年5月に情報処理学会で報告している。さらに、情報処理学会論文誌(「環境貢献・社会貢献に向き合うネットワークサービス技術」特集)に投稿中(H21年8月現在)である。

○塚田 晃司, 野崎 浩平, 中居 健人, 鍋谷 枝里子, 中山間地域における災害時情報共有システムの提案と実装, 情報処理学会研究報告, 2008-GN-68, pp.49-54, 電子情報通信学会技術研究報告, OIS2008-9, pp.49-54, 2008年5月

○野崎 浩平, 中居 健人, 鍋谷 枝里子, 平尾典也, 塚田 晃司, 災害時における地域内情報共有システムの提案, 日本災害情報学会第9回学会大会予稿集, pp.169-174, 2007年11月

(2) については、塚田が中心となって、学部生とともに取り組んでいた。

上記初年度のプロトタイプの改良のために、情報伝達の手段の検討に重点をおき、不安定な通信状態でも効果的に情報伝達できる方式を検討し、実機評価、シミュレーション評価を行った。H21年3月に情報処理学会第71回全国大会(立命館大学)、H21年7月に情報処理学会DICOMO2009で報告した。また、情報処理学会論文誌へも投稿中(H21年8月現在)である。

○吉田 昭宜, 塚田 晃司, DTN環境での利用

を考慮した災害情報共有システムの提案と実装, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム, 5B-5, 2009年7月

○吉田 昭宜, 塚田 晃司, 大規模災害時におけるDTN環境での利用を考慮した災害情報共有システム, 情報処理学会第71回全国大会, 2009年3月

(3) については、瀧教授、内尾教授、三浦助教が中心となって、大学院生、学部生とともに取り組んでいた。Sun Micro Systems社のSunSPOTを加速度センサーとして用いて、無線通信により複数のセンサーからの情報で震度を測定するものである。実際にプロトタイプを開発し、起振車を用いて実験をおこなった。このテーマに関しては、学内では、修士論文1報、卒業論文6報、また、対外的には、H20年3月に電気学会、H20年9月に国際会議で報告している。

○Miura, H., Shimazaki, Y., Matsuda, N., Uchio, F., Tsukada, K. and Taki, H., Ubiquitous Earthquake Observation System using Wireless Sensor Devices, Proceedings of 12th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, pp.7, September, 2008

○嶋崎庸介, 三浦浩一, 松田憲幸, 内尾文隆, 塚田晃司, 瀧寛和, 無線センサーデバイスを用いたユビキタス震度計, 電気学会研究会資料, IIS-08-21, pp.43-48, 2008年3月

(4) については、塚田が中心となって、学部生とともに取り組んでいた。2009年1月初旬に、NPO 法人和歌山セーリングクラブに協力いただいて、海上でのアドホックネットワークの実証実験を実施した。山間地だけでなく、沿岸部での孤立対策として、洋上アドホックネットワーク実現にも着手した。通信特

性を明らかにするために、和歌浦において陸地⇔海上での通信実験を実施した。短期間の実験のため、天候等による影響がどの程度であるかは不明であるが、一般的な無指向性のアンテナで 1000～1500m 程度の距離まで通信可能であることが分かった。このテーマに関しては、学内で卒業論文 1 報となっている。(1) の内容について後へ添付する。

謝辞

今回の研究において紀美野町での実験ではみさと天文台をはじめ紀美野町には、いろいろと実証実験での便宜をはかっていただいた。多くの地元の方に参加いただき多くのアンケート調査へ協力いただいた。

ローテク班は救難サインの開発においては再帰反射型救難サインを開発している株式会社ノーリツ鋼機に夜間実験等で協力いただいた。和歌山県防災航空隊には防災ヘリから救難サインの撮影をしていただいた。また和歌山県フライヤー連盟にはモーターパラグライダーによる空撮でお世話になった。紀の川市鞆渕での実験においても鞆渕小・中学校にはグラウンドの提供で協力いただき、地元の方にもお世話になった。このように多くの方に支援されて今回の研究は遂行されている。この場を借りて感謝します。

ローテク班はまた 2008 年度において高等機関コンソーシアム和歌山の地域貢献促進事業「大規模災害と防災教育」の補助を受けました。関係諸氏に感謝します。

参考文献

- 河田恵昭 2006 南海地震 60 年, 自然災害科学, 25, 375-379
- 中村太和・今西武 2006 巨大地震にどう備えるか・ライフラインからライフスポットへ経済理論 (和歌山大学経済学会), 330 号, 21-47
- 此松昌彦・久富邦彦・中村太和 2006 防災

ハザードマップ作成に向けた連携と自然エネルギーを利用した避難所マニュアルの制作. 2006 和歌山大学オンリー・ワン創世プロジェクト報告書. 35-54.

此松昌彦・北村元成 2009 救難サイン. 孤立中山間地域版防災ハンドブック (此松昌彦編) 和歌山大学防災研究教育プロジェクト 28-34.

中山間地域における災害時情報共有システムの提案と実装

塚田 晃司[†] 野崎 浩平[‡] 中居 健人[†] 鍋谷 枝里子[†]

[†]和歌山大学システム工学部 [‡]和歌山大学大学院システム工学研究科

1. はじめに

日本は大都市周辺部を除くと平地地域が少なく、国土面積の約7割を中山間地域が占めている。中山間地域では、地理的に険しい場所に位置していることが多く、外部との交通インフラ、通信インフラ等のライフラインを災害に備えて冗長化することが難しいのが実情である。このような地域において、地震、風水害等の自然災害によりライフラインが被災すると、孤立集落となってしまう。国内で19,238集落（内中山間地の農業集落は17,451集落）が災害時孤立集落になる可能性が指摘されている[1]。

災害時孤立集落では、災害発生初期に

- 集落の住民が自治体等に対して救援要請を発することが難しい。
- 自治体等が集落の被災状況を把握することが難しい。

の理由により、災害後の救援・復旧活動に支障をきたすことが想定される。現状では、自治体職員等が孤立集落まで出向いて確認する、あるいは、孤立集落に住む自治体職員が携帯電話等で状況報告をすることにより対処せざるを得ない。しかし、東海・東南海・南海地震のような大規模災害が発生し、被害が広範囲に及んだ場合にはこのような対応もできない可能性が高い。

また、一方で、中山間地域の集落では過疎化・高齢化も進んでいる場合が多く、国内7,878集落が限界集落であるといわれている[2]。本来、都市部に比べて集落では住民間の交流が密であることが多く、住民同士での相互扶助（共助）が期待できるが、過疎化・高齢化が進んだ限界集落では、介護・看護の必要な高齢者や独居高齢者の占める割合が多く、地域住民だけの相互扶助には限界がある。

以上の現状をふまえ、本研究グループでは、

- 災害に強く、災害発生初期段階で自治体等⇄住民で双方向にコミュニケーション可能な防災情報システム
- 災害非常時だけでなく平常時から地域住民同士でのコミュニケーション、自治体等⇄住民のコミュニケーションを支援する情報システム

の必要性について検討してきた[3, 4]。本報告では、上記システムの具体的な提案およびその試作システムの

実装と評価について紹介する。

2. 現状の課題

2.1. 通信手段

多くの自治体で既に防災行政無線を導入している。防災行政無線には大きく同報系、移動系の二系統があり、同報系は屋外拡声器や戸別受信機を用いた自治体⇄住民への片方向の情報伝達手段である。これは非常時に住民側から救援要請や、被災状況を自治体側に連絡する目的には使用できない。

一方、防災行政無線の移動系や地域防災無線は、双方向の情報伝達手段である。その主な利用目的は、自治体職員と自治体庁舎との間、学校や病院等の公共施設と自治体との間の通信が主であるため、孤立可能性集落のすべてに配備することは難しいのが実情である。この課題に対して、防災行政無線の通信方式をデジタル化し、集落内の戸別受信機と自治体との間で双方向通信を可能とする同報デジタル系の整備も進んでいる（平成19年現在、全国で8.24%[5]）。しかし、既に導入済のシステムを置きかえるには費用がかかるのでなかなか困難である。

電話網は局所的な被災であれば復旧も早いですが、大規模災害が発生した場合は、同時多発的に広範囲に孤立集落が発生し、完全復旧までに長期間を要する可能性がある。この課題への対策として、衛星携帯電話機を導入しているところも多いが、導入・運用費用の負担があり、全ての孤立可能性集落に配備することが困難である。

2.2. 情報伝達

現状、防災行政無線で住民に提供される情報サービスは、一方通行の情報サービス（時報、行政からのお知らせ等）です。災害時孤立に限らず、住民側から自治体に情報を発信する情報サービスまで想定しているところはまだ多くない。

一方、自治体、地域住民の情報交換の場として、住民参画型の地域SNS（Social Networking Service）を利用する自治体が増えてきている。平成19年1月現在、全国で210サイトもの地域SNSがサービスを提供している[6]。地域SNSは、インターネットを活用し、住民側からの情報発信が簡単にできるようになっている。

普段は自治体からの告知、住民同士のコミュニケーションに使用し、災害時は防災情報・安否登録・確認情報を流すなど、既存の防災行政無線を補完する形で使用する。しかし、地域 SNS は中央で管理するコンピュータが被災すると運用できない。また、それを利用する住民側が被災により孤立した場合にも当然利用できない。

また、前述のように中山間地域の集落は高齢化が進んでいるため、独居高齢者向け救急時ホットラインなど地域に密着したサービスなど普段からの利用も重要である。そのため、高齢者にも使いやすいサービスの実現が必要である。

3. 提案システム

本研究グループでは、以上の課題解決を目的として、中山間地域の孤立可能性集落向けの情報共有・伝達支援システムを提案した。災害時孤立集落において、当該集落内で独立して情報共有・伝達が可能な自律型の防災情報システムの実現を目指している。提案システムでは、タッチパネル式情報端末を用います（図 1 参照）。これにより、高齢者にも使いやすいサービスを目指している。



図 1：タッチパネル式情報端末

3.1. 災害に対する強さ

上記情報端末を図 2 のように集落内の各世帯に設置し、近隣の世帯に設置されている情報端末同士で無線アドホックネットワークを構築する。アドホックネットワークとは、無線の届く範囲に近づくとネットワークが自動的に構築され、また、直接無線の届かない所とでも、バケツリレー的に伝送することで情報のやりとりが可能になるという技術である（図 3 参照）。この技術を用いることで、簡便に無線ネットワークを構築でき、被災による孤立を防ぐことができる。

また、提案システムでは中央で情報を管理するコンピュータは存在せず、全ての情報端末同士で情報をや

り取りする P2P モデルを採用している。これにより、被災によるサービス停止を避けることができる。

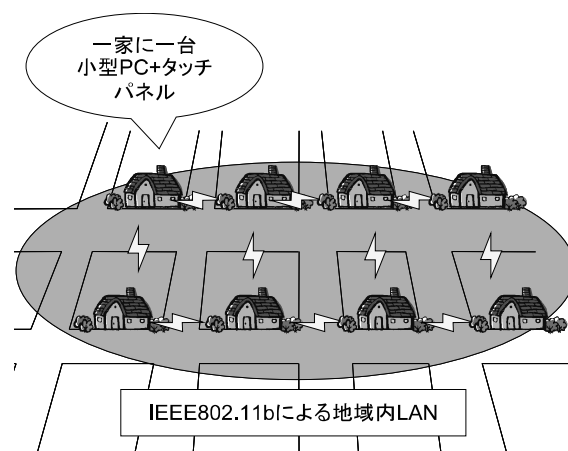


図 2：集落内無線ネットワーク

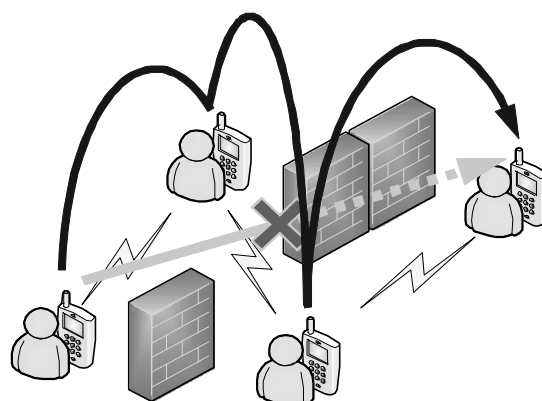


図 3：アドホックネットワーク

3.2. 災害時の情報共有

提案システムでは、災害時の安否登録・確認の機能を実現した。この機能により各世帯が安否状態を近隣の住民へ向け発信できる。災害発生時、図 4 のように、端末画面上には、「無事」、「助けが必要」といった選択肢を表示し、該当項目を選択することにより、安否状態を地域内に発信できる。そして、地域内の全端末において地図上に安否情報が表示される。

また、画面表示による情報表示だけではその変化に気がつかない危険性があるため、画面表示以外に、音声を用いた情報提示もおこなう。

以上の機能によって、近隣住民間でお互いの状況を把握し合うことができれば、住民の中で健康な人が助けを必要としている人を助けに向かうなどといった共助活動の一助となることが期待できる。



図 4：安全登録・確認

3.3. 平常時の情報共有

災害時しか使用しないシステムでは、いざという時に使用方法が分からず慌ててしまい、利用できないことが想定される。そこで、普段から地域内コミュニケーションの手段として利用し、使い慣れておく必要がある。そこで、自治体のお知らせ、自治体の回覧板など公共的な情報から、趣味の仲間募集等といった個人的な情報まで、さまざまな情報交換の場として慣れ親しむきっかけを提供する。

(1) お知らせ機能

行政・地域・運営者などからのお知らせを表示する。ニュースシステム上の記事として、お知らせ情報を配信し、受信したらそれを表示する（図 5 参照）。

(2) コミュニティ（掲示板）機能

趣味や関心事について、住民間で情報交換できる機能である。掲示板への書き込みは、ニュースの記事として近隣世帯に配送される（図 6 参照）。

(3) 回覧板機能

コミュニティ（掲示板）機能に対して、誰がその記事を読んだか一覧表示できる機能を追加したものである（図 7 参照）。

図 5：お知らせ機能の表示画面



図 6：コミュニティ（掲示板）機能の表示画面



図 7：回覧板機能の表示画面

4. 実証実験

2008 年 1 月 26 日（土）に、和歌山県紀美野町文化センターにおいて、和歌山大学防災研究教育プロジェクトの実証実験を実施した。この実証実験の一環として、本試作システムのデモンストレーション展示を行い（図 8，図 9 参照）、参加者に対してアンケート調査を実施した。





図 8：デモンストレーション展示の様子



図 9：デモンストレーションの様子

実証実験には、和歌山県などの自治体や自主防災組織の関係者、紀美野町の住民など総勢約 50 名が参加いただいた。その参加者に実際に試作システムを使用してもらい、アンケートに回答していただいた。アンケートでは、各機能について必要だと思うか、試作システムの各機能で十分だと思うか、の各問いに対して、「思う」、「やや思う」、「あまり思わない」、「思わない」で回答していただき、回収できたアンケートは 10 件であった。

(1) 各機能の評価

安否確認機能、お知らせ機能、コミュニティ（掲示板）機能、閲覧板機能の四つについての集計結果を表 1-1～表 4-2 に示す。

アンケート結果からは各機能の必要性、有用性が十分あるといえる。一方、今後改良すべき点も多いことが分かった。自由記述欄においても、「（安否確認に）『応答なし』の家庭をフォローするアイデアがあれば

良い」、「もう少し見やすいモニタの方が良い」などの意見をいただき、今後の研究に活かしていく。

表 1-1：安否確認機能は必要か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 1-2：安否確認機能の試作は機能的に十分か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 4 | 4 | 1 | 0 | 1 |

表 2-1：お知らせ機能は必要か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 |

表 2-2：お知らせ機能の試作は機能的に十分か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 3 | 4 | 1 | 0 | 2 |

表 3-1：コミュニティ（掲示板）機能は必要か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 |

表 3-2：コミュニティ（掲示板）機能の試作は機能的に十分か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 1 | 7 | 0 | 0 | 2 |

表 4-1：閲覧板機能は必要か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 4-2：閲覧板機能の試作は機能的に十分か

| | 思う | やや 思う | あまり 思わない | 思わな い | 無回答 |
|----|----|----------|-------------|----------|-----|
| 人数 | 0 | 9 | 0 | 0 | 1 |

(2) 自由記述

自由記述欄では、以下のような意見をいただいた。

- 中山間地域を多く抱える和歌山県にとっては、

非常に有益なシステムである。

- 実際にモデル地区で使用実験を行い、使用者の意見を聞くべきである。
- 高齢者にも使いやすくすべきである。
- 高齢者にはテレビを利用したシステムが良いのではないか。
- （試作システムでは）端末が高価すぎるので、もっと安価な端末を開発すべきである。
- 手渡しの回覧板は近隣住民間のコミュニケーションの一環という意味も含んでいるため、電子化すればいいというものではない。

(3) その他

今回のデモンストレーション展示では、アンケートは 10 件しか回収できなかったが、アンケート以外にも参加者の方々から直接いろいろな意見をうかがうことができた。具体的には、高齢化・過疎化が進んでいる地域では、このような情報共有システムが有効であるという意見を多く頂戴した。

5. おわりに

中山間地域における災害時の孤立集落問題を解決するために、無線アドホックネットワークと P2P を適用した災害時情報共有システムを提案した。また、その提案にもとづく試作システムを実装し、デモンストレーションとアンケート調査を実施した。その結果、必要性、有用性について様々な意見を頂戴した。今後は実地での評価実験を実施し、実際の災害時に有効であるか否かの評価と、実用化に向けての改良に取り組んでいく。

文 献

- [1] 内閣府，“中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況調査（都道府県アンケート調査）調査結果，” 2005.
- [2] 国土交通省，“平成 18 年度「国土形成計画策定のための集落の状況に関する現況把握調査」～最終報告～，” 2006.
- [3] 野崎浩平，中居健人，鍋谷枝里子，平尾典也，塚田晃司，“災害時における地域内情報共有システムの提案，” 日本災害情報学会第 9 回研究発表大会予稿集，pp.169-174，Nov. 2007.
- [4] 塚田晃司，野崎浩平，中居健人，鍋谷枝里子，“中山間地域における災害時情報共有システムの提案と実装，” 情報処理学会研究報告，2008-GN-68，pp.49-54，電子情報通信学会技術研究報告，OIS2008-9，pp.49-54，May 2008.
- [5] 総務省，“市町村における同報系通信システムの整備状況，” 電波利用ホームページ，<http://www.tele.soumu.go.jp/>.
- [6] （財）地方自治情報センター，“地域 SNS の活用状況等に関する調査，” 2007.